

TUGAS AKHIR

Analisa Pengaruh Arus Listrik, Komposisi Larutan Dan Waktu Pencelupan Terhadap Profil Dinding dan Laju Pengikisan Material Pada Proses *Electro Etching* Aluminium



Disusun Sebagai Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata Satu
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun :

KEVIN ANDRYONO
NIM : D.200.100.089
N.I.R.M. : 10.6.106.03030.50089

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Juni 2015

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

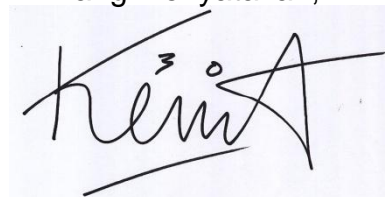
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

“Analisa Pengaruh Arus Listrik, Komposisi Larutan Dan Waktu Pencelupan Terhadap Profil Dinding dan Laju Pengikisan Material Pada Proses *Electro Etching* Aluminium”

yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan dari penelitian atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 11 Juni 2015

Yang Menyatakan,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Kevin', with a stylized flourish extending from the end.

Kevin Andryono

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “Analisa Pengaruh Arus Listrik, Komposisi Larutan Dan Waktu Pencelupan Terhadap Profil Dinding dan Laju Pengikisan Material Pada Proses *Electro Etching* Aluminium”, telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : KEVIN ANDRYONO

NIM : D200.100.089

Disetujui Pada :

Hari :Kamis.....

Tanggal :25 - 06 - 2015.....

Pembimbing Utama



Tri Widodo Besar R, ST, MSc, Ph.D.

Pembimbing Pendamping



Ir. Bibit Sugito, MT.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul “Analisa Pengaruh Arus Listrik, Komposisi Larutan Dan Waktu Pencelupan Terhadap Profil Dinding Dan Laju Pengikisan Material Pada Proses *Electro Etching* Aluminium”, telah dipertahankan dihadapan Tim penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : KEVIN ANDRYONO

NIM : D.200.10.0089

Disahkan pada

Hari : Kamis

Tanggal : 25 - 06 - 2015

Tim Penguji :

Ketua : Tri Widodo B R, ST, MSc, Ph.d.

Anggota 1 : Ir. Bibit Sugito, MT.

Anggota 2 : Wijianto, ST, M.Eng, Sc.



Dr. Sri Sunarhono, MT, Ph.D.

Ketua Jurusan,

Tri Widodo B R, ST, MSc, Ph.D.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nomor 251/A.3-II/TM/TA/XI/2014. Tanggal 27 November 2014

dengan ini :


Nama : Tri Widodo Besar R, Ph.D.
Pangkat/Jabatan : Asisten Ahli
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua *)
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Kevin Andryono
Nomor Induk : D 200 100 089
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : ANALISA PENGARUH ARUS LISTRIK, KOMPOSISI LARUTAN DAN WAKTU
PENCELUPAN TERHADAP PROFIL DINDING DAN LAJU PENGIKISAN MATERIAL
Rincian Soal/Tugas : PADA PROSES ELECTRO ETCHING ALUMINIUM.
- BUAT ALAT ELEKTRO ETCHING
- TELITI EFEK ARUS, WAKTU CELUP, KONSENTRASI LARUTAN
- AMATI PROFIL DINDING DAN MRR

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 27 November 2014
Pembimbing



Tri Widodo Besar R, Ph.D.

Cc. : Bibit Sugito, Ir, MT.

Direktor Kepala.

*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Kajar
2. Warna kuning untuk Pembimbing I
3. Warna merah untuk Pembimbing II
4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

“Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu”
(Q.S Al Baqarah: 45)

Sesungguhnya orang-orang yang hanya menunggu bias beruntung mendapatkan kenikmatan. Akan tetapi yang mereka dapatkan itu tiada lain hanyalah yang ditinggalkan oleh orang-orang yang berburu kesempatan
(Abraham Lincoln)

Harga kebaikan manusia adalah diukur menurut apa yang telah dilaksanakan/diperbuatnya
(Ali Bin Abu Thalib)

Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua
(Aristoteles)

“Perjalanan jauh seribu mil dimulai dari posisi kakimu sekarang ini”
(Lao Tze)

Sebab jika kamu terlalu banyak berpikir, kamu akan menemui kegagalan
(Valentino Rossi)

Just Do It
(Dezeen)

Lakukanlah yang terbaik hari ini karena engkau tidak akan pernah tau apa yang akan terjadi esok hari
(Kevin Andryono)

ANALISA PENGARUH ARUS LISTRIK, KOMPOSISI LARUTAN DAN WAKTU PENCELUPAN TERHADAP PROFIL DINDING DAN LAJU PENGIKISAN MATERIAL PADA PROSES *ELECTRO ETCHING* ALUMINIUM

Kevin Andryono, Tri Widodo Besar Riyadi, Bibit Sugito

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

Email : kevinandryono@rocketmail.com

ABSTRAKSI

Electro etching merupakan proses penggerusan pada bagian benda kerja dengan menggunakan larutan kimia yang terkontrol agar dihasilkan produk yang sesuai dengan keinginan. Proses ini dapat dilakukan untuk berbagai macam logam termasuk aluminium. Metode ini memiliki kemampuan unik meliputi kemampuan melakukan permesinan dan kontur yang rumit tanpa tanda bekas permesinan, bekas perlakuan panas, beram maupun arus permukaan. Beberapa parameter proses yang akan dikaji adalah arus yang diberikan, komposisi larutan dan lama waktu pencelupan serta pengaruhnya terhadap profil dinding dan laju pengikisan material pada proses electro etching aluminium.

Penelitian electro etching material aluminium terhadap laju pengikisan material (material removal rate) dilakukan dengan 3 variabel proses, yaitu arus listrik, komposisi larutan etchant dan waktu pencelupan. Variabel arus dengan 6 variasi arus yaitu 0 (tanpa arus), 1.6 A, 2.1 A, 3.0 A, 3.5 A dan 5.0 A. Variabel komposisi etchant dengan 5 variasi yaitu 6,67 %, 8,33 %, 10 %, 11,67 % dan 13,33 %. Variabel waktu pencelupan dengan 5 variasi yaitu 35 menit, 40 menit, 45 menit, 50 menit dan 55 menit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan arus, komposisi larutan dan lama waktu pencelupan akan meningkatkan laju pengikisan material serta kedalaman pemakanannya. Peningkatan diketahui dari tren grafik hubungan antara variabel proses dengan massa yang tergerus, dimana poin menunjukkan kenaikan disetiap penambahan variabel proses, kedalaman pemakanan dapat diketahui dari hasil foto makro. Sedangkan profil dinding samping dari semua spesimen membentuk kecenderungan yang hampir sama yaitu berbentuk radius dan bersifat isotropik.

Kata kunci : *Etching, Electro Etching, Deep Etching, Etsa, Aluminium*

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullah Hiwabarakatu.

Syukur alahamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir berjudul “Analisa Pengaruh Arus Listrik, Komposisi Larutan Dan Waktu Pencelupan Terhadap Profil Dinding Dan Laju Pengikisan Material Pada Proses *Electro Etching* Aluminium”, dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Sri Sunarjono, MT,Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Tri Widodo Besar Riyadi, ST, MSc, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Tri Widodo Besar Riyadi, ST, MSc, Ph.D, selaku Pembimbing Utama Tugas Akhir.
4. Ir. Bibit Sugito, MT, selaku dosen Pembimbing Pendamping Tugas Akhir.
5. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
6. Bapak dan Ibu tercinta. yang setiap waktu selalu mendo'akan, memberikan semangat dan dorongan, serta terima kasih atas semua nasehat, bimbingan dan pengorbananmu selama ini sehingga penulis

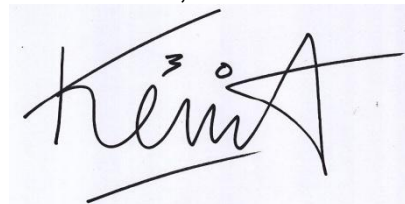
semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semua do'a dan kasih sayang yang tulus darimu akan selalu mengiring langkahku.

7. Sahabat seperjuangan Muhammad Fathurahman, Sigit Asmoro dan Sigit Prasetyo terima kasih atas bantuannya dan atas segala suka dan duka selama penyelesaian Tugas Akhir ini, semoga persaudaraan tetap terjaga sampai kapanpun.
8. Sahabat-sahabat dari Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang selalu menjadi penyemangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalamualaikum Warahmatullah Hiwabarakatu

Surakarta, 11 Juni 2015

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Keni', with a stylized flourish extending from the end.

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian Topik Tugas Akhir	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
Lembar Soal Tugas Akhir.....	v
Lembar Motto	vi
Abstraksi	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xvii
Daftar Simbol	xviii
Daftar Lampiran	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Sistematika Penulisan	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..

2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Landasan Teori	8
2.2.1. Pengertian etsa	8
2.2.2. <i>Mask</i>	9
2.2.3. <i>Etchant</i>	10
2.2.4. <i>Deep etching</i>	10

2.2.5. <i>Electro etching</i>	11
2.2.6. <i>Material removal rate</i> (MRR)	11
2.2.7. Profil dinding hasil <i>deep etching</i>	12
2.2.8. Aluminium	13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian	15
3.2. Persiapan Bahan dan Alat	16
3.2.1. Bahan	16
3.2.2. Alat	18
3.3. Prosedur Peneletian	31
3.4. Pengujian Struktur Makro	34
3.5. Perhitungan Teoritis MRR	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. <i>Material Removal Rate</i> (MRR) dengan Variasi Arus	36
4.1.1. Hasil eksperimen	36
4.1.2. Hasil perhitungan teoritis	37
4.1.3. Perbandingan hasil eksperimen dan perhitungan teoritis	39
4.1.4. Foto makro profil dinding	40
4.2. <i>Material Removal Rate</i> (MRR) dengan Variasi Waktu Pencelupan	46
4.2.1. Hasil eksperimen	45
4.2.2. Hasil perhitungan teoritis	47
4.2.3. Perbandingan hasil eksperimen dan perhitungan teoritis	48
4.2.4. Foto makro profil dinding	50
4.3. <i>Material Removal Rate</i> (MRR) dengan Variasi Komposisi Larutan	54

4.3.1. Hasil eksperimen	54
4.3.2. Perhitungan komposisi larutan	56
4.3.3. Perbandingan hasil eksperimen antara komposisi larutan terhadap massa yang tergerus	57
4.1.4. Foto makro profil dinding	58

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran	64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sketsa proses <i>electro etching</i>	11
Gambar 2.2. Macam-macam profil permukaan pasca proses etsa	13
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian	15
Gambar 3.2 Pelat aluminium 40 x 20 mm	16
Gambar 3.3. <i>Copper sulfate</i> (CuSO ₄)	17
Gambar 3.4. Garam (Nacl)	17
Gambar 3.5. <i>Aquadest</i>	18
Gambar 3.6. Alat uji struktur makro	19
Gambar 3.7. Kaca mata pelindung	19
Gambar 3.8. Masker	20
Gambar 3.9. Sarung tangan karet	20
Gambar 3.10. Bok kontainer plastik	21
Gambar 3.11. Gelas ukur	21
Gambar 3.12. Travo	22
Gambar 3.13. Logam korban	22
Gambar 3.14. Alat bok sinar UV	23
Gambar 3.15. Film negatif	23
Gambar 3.16. Lem ulano TZ	24
Gambar 3.17. <i>Hair dryer</i>	24
Gambar 3.18. Oven	25
Gambar 3.19. Violet	25
Gambar 3.20. Bicromat	26
Gambar 2.21. Amplas	26
Gambar 3.22. Cat besi	27
Gambar 3.23. Thinner	27
Gambar 3.24. Mistar	28
Gambar 3.25. Jangka sorong	28
Gambar 3.26. Gergaji	29
Gambar 3.27. <i>Stopwatch</i>	29

Gambar 3.28. <i>Multi tester digital</i>	30
Gambar 3.29. Timbangan digital	30
Gambar 4.1. Perbandingan massa yang tergerus dengan variasi arus secara teori dan eksperimen pada proses <i>electro etching</i> aluminium	40
Gambar 4.2. Penampang profil dinding bawah dengan arus 0 A (tanpa arus)	41
Gambar 4.3. Penampang profil dinding bawah dengan arus 1,6 A	42
Gambar 4.4. Penampang profil dinding bawah dengan arus 2,1 A	42
Gambar 4.5. Penampang profil dinding bawah dengan arus 3,0 A	42
Gambar 4.6. Penampang profil dinding bawah dengan arus 3,5 A	42
Gambar 4.7. Penampang profil dinding bawah dengan arus 5,0 A	42
Gambar 4.8. Penampang profil dinding samping dengan arus 0 A (tanpa arus)	44
Gambar 4.9. Penampang profil dinding samping dengan arus 1,6 A ...	44
Gambar 4.10. Penampang profil dinding samping dengan arus 2,1 A ..	44
Gambar 4.11. Penampang profil dinding samping dengan arus 3,0 A ..	45
Gambar 4.12. Penampang profil dinding samping dengan arus 3,5 A ..	45
Gambar 4.13. Penampang profil dinding samping dengan arus 5,0 A ..	45
Gambar 4.14. Perbandingan antara massa yang tergerus teori dan aktual dengan variasi waktu pencelupan proses <i>electro etching</i> aluminium.....	49
Gambar 4.15. Penampang profil dinding bawah dengan waktu pencelupan 35 menit	51
Gambar 4.16. Penampang profil dinding bawah dengan waktu pencelupan 40 menit	51
Gambar 4.17. Penampang profil dinding bawah dengan waktu pencelupan 45 menit	51
Gambar 4.18. Penampang profil dinding bawah dengan waktu pencelupan 50 menit	51

Gambar 4.19. Penampang profil dinding bawah dengan waktu pencelupan 55 menit	52
Gambar 4.20. Penampang profil dinding samping dengan waktu pencelupan 35 menit	53
Gambar 4.21. Penampang profil dinding samping dengan waktu pencelupan 40 menit	53
Gambar 4.22. Penampang profil dinding samping dengan waktu pencelupan 45 menit	54
Gambar 4.23. Penampang profil dinding samping dengan waktu pencelupan 50 menit	54
Gambar 4.24. Penampang profil dinding samping dengan waktu pencelupan 55 menit	54
Gambar 4.25. Perbandingan hasil eksperimen antara komposisi larutan terhadap massa yang tergerus proses <i>electro etching</i> aluminium.....	58
Gambar 4.26. Penampang profil dinding bawah dengan komposisi NaCl + CuSO ₄ 6,67 %	59
Gambar 4.27. Penampang profil dinding bawah dengan komposisi NaCl + CuSO ₄ 8,33 %	59
Gambar 4.28. Penampang profil dinding bawah dengan komposisi NaCl + CuSO ₄ 10 %	59
Gambar 4.29. Penampang profil dinding bawah dengan komposisi NaCl + CuSO ₄ 11,67 %	60
Gambar 4.30. Penampang profil dinding bawah dengan komposisi NaCl + CuSO ₄ 13,33 %	60
Gambar 4.31. Penampang profil dinding samping dengan komposisi NaCl + CuSO ₄ 6,67 %	61
Gambar 4.32. Penampang profil dinding samping dengan komposisi NaCl + CuSO ₄ 8,33 %	62
Gambar 4.33. Penampang profil dinding samping dengan komposisi NaCl + CuSO ₄ 10 %	62

Gambar 3.34. Penampang profil dinding samping dengan komposisi NaCl + CuSO ₄ 11,67 %	62
Gambar 3.35. Penampang profil dinding samping dengan komposisi NaCl + CuSO ₄ 13,33 %	62

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Variasi arus	33
Tabel 3.2. Variasi komposisi larutan	33
Tabel 3.3. Variasi waktu pencelupan	34
Tabel 4.1. Data massa tergerus dengan variasi arus	36
Tabel 4.2. Hasil massa tergerus teoritis dengan variasi arus	39
Tabel 4.3. Data massa tergerus dengan variasi waktu pencelupan	46
Tabel 4.4. Massa tergerus teoritis dengan variasi waktu pencelupan	48
Tabel 4.5. Data massa tergerus dengan variasi komposisi larutan	55
Tabel 4.6. Konsentrasi larutan dengan variasi komposisi Nacl dan CuSO ₄	56

DAFTAR SIMBOL

<i>MRR</i>	= <i>Material removal rate</i> (mm/s)
<i>I</i>	= Arus (A)
<i>M</i>	= Masa molekul bahan yang tergerus (g/mol)
<i>n</i>	= Valensi pelarutan
<i>F</i>	= Konstanta Faraday
<i>A</i>	= Luas permukaan (mm ²)
<i>ρ</i>	= Masa jenis (g/cm ³)
<i>t</i>	= Waktu (detik)